PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-176150

(43)Date of publication of application : 24.06.1994

---

(51)Int.Cl. G06F 15/70
H04N 7/18

---

(21)Application number : 04-328204 (71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 08.12.1992 (72)Inventor : ENOMOTO NOBUYOSHI

---

(54) OBJECT DETECTING SYSTEM

(57)Abstract:
PURPOSE: To quickly attain comparatively accurate detecting of the area of an object of interest out of an image without being affected by environmental fluctuations such as illuminating condition.
CONSTITUTION: An area extracting part 2 extracts the candidate area of detection object of interest from a digital moving image inputted by a digital moving image input part 1 and a shape judging part 3 obtains the certainty Xi of the area of the object of interest based on the shape feature of the object a of interest as a reference so as to judge whether the area is like the area of the object of interest or not in accordance with the value. A shadow judging part 5 investigates whether the inside of each area judged to be like the area of the object of interest is a shadow or not to obtain the degree of the shadow Si and at this time, a shadow position estimating part 4 reflects the position of the shadow estimated based on an illuminating condition mode. An object of interest detection part 6 obtains a certainty $Yi=Xi*(1.0-Si)$ as the object of

interest based on the certaintly Xi of each area and the degree Si of the shadow so as to detect the area of a maximum Yi as the area of the object of interest.

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]
[Claim 1]An object detection system which detects a detecting object object field out of a picture, comprising:
An area extraction means which extracts the 1st candidate area that serves as a candidate of a detecting object object out of said picture.
It is based on a shape facility of said detecting object object set up beforehand for said each [which was extracted by this area extraction means] candidate area [the] of every, A shape judging means which computes reliability in which the field is a field of said detecting object object, and judges whether the field is a shape facility of said detecting object object, and the 2nd suiting candidate area.
A shadow judging means which computes an evaluation value of shadow-likeness by verifying whether that inside is a shadow by this shape judging means for every field judged that is said 2nd candidate area.
An object body detection means to make an evaluation value of each of said shadow-likeness computed by this shadow judging means for said every field reflect in reliability of a corresponding field computed by said shape judging means, respectively, and to detect a field of said detecting object object according to that reflected value.

[Claim 2]A position judged as said shadow judging means being said 2nd candidate area, and the object detection system according to claim 1 performing verification processing of a shadow around it.
[Claim 3]Have further a shadow position estimation means which presumes a position which can do a shadow based on a model of lighting environment in the case of

verification processing of a shadow by said shadow judging means, and said shadow judging means, The object detection system according to claim 2 characterized by making it make a shadow position estimation result by said shadow position estimation means reflect in an evaluation value of said shadow-likeness.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to a suitable object detection system to detect a detecting object object field comparatively strictly out of a picture.

[0002]

[Description of the Prior Art]Conventionally, the following three methods were known as art of detecting an object, especially a movable matter object.

(1) The method which detects an object body using sensors, such as infrared rays and an ultrasonic wave, on the assumption that the transit route (existence region) of an object body is limited (the 1st method).

(2) The method which performs template matching to an object body to each field in the inputted digital image (the 2nd method).

[0003](3) The method which performs the solvent wiping removal of a shadow to the full screen (each frame in video) in order to detect the movable matter object out of a picture (video) (the 3rd method). . In the solvent wiping removal of this shadow, the movable matter object contains other objects, for example. It may exist in a certain view and a shadow occurs in a picture by lighting conditions to the demand of liking to specify only the movable matter object strictly, and it is carried out in order to prevent objective erroneous detection being made by it.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]in the above-mentioned conventional technology, first, although the 1st method was boiled comparatively and detection of the object body could be ensured, when the transit route of the object body needed to be limited and sensitivity etc. were taken into consideration, there was a fault that the scale of the sensor to install became large-scale easily.

[0005]Next, since the 2nd method performed conducts matching which cost requires to all the fields of a picture, it had the fault that processing took a long time. In order to have to investigate coincidence with an object body strictly, environmental variations, such as lighting conditions, also had the fault that it was weak.

[0006]And since the 3rd method removes a shadow to each frame in video, it requires processing time, and also it had a fault to which the result of the shadow judging algorithm in each picture has on the detection capacity of an object body as it is.

[0007]This invention was made in consideration of the above-mentioned situation, and the purpose is to provide a high speed and the object detection system which can be held comparatively correctly moreover, without being influenced at environmental variations, such as lighting conditions, although the object area made applicable to detection is detected out of a picture.

[0008]

[Means for Solving the Problem]This invention is characterized by comprising the following, in order to solve an aforementioned problem.

An area extraction means which extracts the 1st candidate area that serves as a candidate of a detecting object object out of a picture.

A shape judging means which computes reliability in which the field is a field of a detecting object object on the basis of an extracted shape facility of a detecting object object beforehand set up for every candidate area [the], and judges whether the field is a shape facility of a detecting object object, and the 2nd suiting candidate area.

A shadow judging means which computes an evaluation value of shadow-likeness by verifying whether the inside is a shadow for every field judged that is the 2nd candidate area.

An object body detection means to make an evaluation value of shadow-likeness for every field reflect in reliability of corresponding areas computed by shape judging means, respectively, and to detect a field of a detecting object object according to the reflected value.

[0009]This invention is further provided with a shadow position estimation means which presumes a position which can do a shadow based on a model of lighting environment in the case of verification processing of a shadow by a shadow judging means, and it was made to make it reflect it in an evaluation value of shadow-likeness in which a shadow judging means computes an estimation result of this shadow position. [0010]

[Function]In the above-mentioned composition, an area extraction means will extract the field (the 1st candidate area) which serves as a candidate of an object body who should detect out of the inputted image by asking for the absolute value picture of the 2 inter-frame difference which continues, for example, and binary-izing with a certain threshold, if the digital video of a time series is inputted.

[0011]A shape judging means computes the reliability of detecting object object (it is field)-likeness on the basis of the shape facility of the detecting object object beforehand set up for every field extracted by the area extraction means, and judges whether they are a shape facility of a detecting object object, and a suiting field (the 2nd candidate area).

[0012]A shadow position estimation means has a model of lighting environment, and the position judged that is a candidate area (the 2nd candidate area) of a detecting object object by the shape judging means and which can do a shadow based on the model for every field is presumed.

[0013]For every field judged that is a candidate area of a detecting object object by the shape judging means, shadow judging means are a position of the field, and its circumference, and they compute the evaluation value (degree of a shadow) of shadow-likeness by performing verification processing of whether to be a shadow. Under the present circumstances, the dignity of the evaluation value of shadow-likeness is changed according to the shadow position presumed by the shadow position estimation means. That is, the shadow position estimation result by a shadow position estimation means is reflected in the evaluation value of shadow-likeness.

[0014]An object body detection means makes the evaluation value of shadow-likeness for every field called for by the shadow judging means reflect in the reliability of the corresponding areas computed by the shape judging means, respectively, and detects the field where the reflected value serves as the maximum as a field of a detecting object object.

[0015]Thus, verification processing of a shadow is performed on the position judged that is a candidate area of a detecting object object, and the outskirts of it, and a result is made to contribute to the reliability of detecting object object-likeness in this invention.

Therefore, it is possible to detect an object body, without being influenced by an environmental variation like a shadow.

In this invention, since the judgment of a shadow is performed only to the field (the 2nd candidate area) judged that is seemingly a detecting object object, improvement in the speed of processing is possible.

[0016]In this invention, since the method which presumes beforehand the position which can do a shadow is applied based on the model of lighting conditions, it is possible to raise the answer rate of a judgment as a shadow.

[0017]

[Example]Drawing 1 is a block lineblock diagram showing one example of the object detection system of this invention.

[0018]In drawing 1, a digital moving picture input part for 1 to input the digital video of a time series and 2 are the area extraction parts for extracting the field (picture) which serves as a candidate of the object (movable matter object) which is the target of detection from the inputted digital video.

[0019]3 is a shape judgment part which calculates reliability (Xi) of detecting object object-likeness, in order to verify whether the shape facility of the object body which the shape of the candidate area extracted by the area extraction part 2 should detect is suited.

[0020]The shadow position estimating part 4 presumes the position which a shadow can do to be for the candidate area picture judged that is seemingly a detecting object object based on the model of lighting conditions by the shape judgment part 3, and 5 are shadow judgment parts. The shadow judgment part 5 verifies whether it is a shadow based on the shadow estimation result of the shadow position estimating part 4 to the picture of the candidate area the shape judgment part 3 judged that is seemingly a detecting object object.

[0021]The object body primary detecting element for making 6 reflect in reliability (Xi) of object body-likeness asked for the shadow decision result of the shadow judgment part 5 by the shape judgment part 3, and detecting a detecting object object field according to this and 7 are motion-control parts which control each part of the above. Next, the object detection processing by the composition of drawing 1 is explained. First, the object detection processing in this example is divided roughly into five steps.

[0022]The 1st phase is processing which inputs the digital video of a continuation frame by the digital moving picture input part 1. In this 1st phase, the digital moving picture input part 1 digitizes an analog input picture by a built-in A/D (analog/digital) converter (not shown), and inputs it as one picture for every frame.

[0023]The 2nd phase is processing which extracts the candidate area (the 1st object body candidate area) of the movable matter object (object body) used as the candidate for detection by the area extraction part 2. The area extraction part 2 performs extraction of this object body candidate area (picture) according to the procedure shown in drawing 2.

[0024]That is, the area extraction part 2 asks for the absolute value picture of continuous 2 inter-frame difference in response to the digital video of a continuation frame first inputted by the digital moving picture input part 1 (Step S1, S2). Next, the area extraction part 2 extracts (Step S3, S4), and the 1st object body candidate area (picture) that serves as a candidate of an object body by binary-izing the absolute value picture of this difference with a certain threshold. The 3rd phase is shape decision processing performed by the shape judgment part 3. The shape judgment part 3 performs this shape decision processing according to the procedure shown in drawing 3.

[0025]That is, the shape judgment part 3 inputs the picture of the 1st object body candidate area first extracted by the area extraction part 2 (Step S11), asks for the connected area of about eight from the picture, and measures the shape about the connected area and the rectangle to circumscribe (Step S12). The circumscribed rectangle shape measured here is the transverse direction length (rectangle width w) of a view, the lengthwise direction length (rectangle height h) of a view, and the centroid position g of an object body candidate area.

[0026]Next, the shape judgment part 3 excepts the field below the value as which a circumscribed rectangle area measured at Step S12 among the inputted object body candidate areas (picture) was determined beforehand from an object body candidate area (Step S13).

[0027]And the shape facility of the object body (object movable matter object) in which the shape judgment part 3 is given beforehand, (It remains without being excepted at Step S13) By comparing the shape (the rectangle width w and rectangle height h to express, and the centroid position g) measured about the object body candidate area (the 1st object body candidate area), It is verified whether seemingly it is a picture of the object body which the picture of the candidate area should detect.

[0028]In this verification, the upper limit threshold WU and the lower limit threshold WL of rectangle width, the upper limit threshold HU and the lower limit threshold HL of rectangle height, and the upper limit threshold GU and the lower limit threshold GL of a centroid position are used as a shape facility of an object body. These thresholds are beforehand determined by survey in the screen of an object body.The judgment (verification) conditions whether to be a candidate area (the 2nd object body candidate area) of the object body (object movable matter object) which the 1st object body candidate area (circumscribed rectangle) should detect when this shape facility is used are WU >=w>=WL, HU >=h>=HL, and GU >=h>=GL. -- (1)

It becomes.

[0029]However, the concept of the reliability of object body-likeness is introduced into the algorithm of the shape judging actually applied by the shape judgment part 3. The shape judging is realized using the value of reliability.

[0030]That is, in the shape judgment part 3, as first shown in Step S14 of drawing 3, every 1st object body candidate area (circumscribed rectangle) is asked for the reliability of object body-likeness. This reliability is defined by Xi shown in a following formula when the i-th 1st object body candidate area (circumscribed rectangle) in each frame exists.

Xi =min {(wi /WL+Wu /wi) --} (hi /HL+Hu /hi) (gi /GL+Gu /gi) .... (2)

The shape judgment part 3 is following formula if Xi <2.0, when the reliability Xi is searched for at Step S14. : Non-object body candidate else if Xi >=2.0 : Object body candidate .... (3)

It is alike and the shape judging which follows is performed.

[0031]namely, the shape judgment part 3 -- the value of the reliability Xi -- 2.0 [for example,] -- investigating whether it is the following (Step S15) -- Xi -- in being <2.0, it judges with the corresponding object (a picture -- shown) of the 1st object body candidate area being a non-object body (movable matter object for un-) (Step S16). On the other hand, in being Xi >=2.0, the shape judgment part 3 judges with seemingly the corresponding object (a picture shows) of the 1st object body candidate area being an object body (object movable matter object) (Step S17). Setting to "2.0" the threshold used for a judgment by the above-mentioned (3) formula (Step S15), If rectangle width is taken for an example, WU >=wi >=WL (however, w is set to wi) in the above-mentioned (1) type is clear from being WU /wi >=1.0 and wi /WL >=1.0, i.e. (wi /WL+Wu /wi), it is also >=2.0. The above is processing of the 3rd phase.

[0032]The field judged by the shape judgment part 3 when the 4th following phase was seemingly an object body (field) among the 1st object body candidate areas. It is the processing which investigates whether the inside is a shadow by the shadow judgment part 5, and asks for the degree (Si) of a shadow for every field about (the 2nd object body candidate area is called hereafter). It asks for the high portion of a possibility that a shadow exists, beforehand, and this is made to reflect in the degree (Si) of a shadow by the shadow position estimating part 4 at this time. The details of processing of this shadow position estimating part 4 and the shadow judgment part 5 are explained according to the procedure shown in drawing 4.

[0033]First, the conditions of the lighting leading to a shadow change according to a season, time, and the weather, and, outdoors, change according to the installation condition of lighting indoors, for example. How to be able to do a shadow differs according to this lighting condition.

[0034]So, at this example, it has a model of such lighting conditions (lighting environment), and direction DS which can do the shadow of the object on a flat surface is presumed by the shadow position estimating part 4 according to the lighting condition by the classification format of eight directions (direction with the angle of the integral multiple of 45 degrees) (Step S21). Here the season and time which determine the lighting conditions in the case of the outdoors, for example, it can know by an internal clock (clock function), and, similarly the weather can be known with the histogram shape of an inputted image (for example, Togashi, Abe, and a large wave -- rice field: "development of an image monitor with an automatic threshold function", and information processing -- all -- large D-2-1991). Indoors, since lighting is in general artificial, the intensity and the direction of radiation of a light source are known in many cases, and can use this known information.

[0035]Now, the shadow position estimating part 4 by the shape judgment part 3 from the circumscribed rectangle (an object rectangle is called) center of gravity gi of the i-th object body candidate area (the 2nd object body candidate area) judged that is seemingly an object body (field), As shown in drawing 5 (it presumed at Step S21), the vector of length L is assumed in the direction Ds of a shadow (the presumed direction), and the line segment Lv which intersects perpendicularly with the terminal point of this vector is introduced. It is here and L is L=(hi+wi)/(2*alpha).... (4)

It comes out. However, as for the normalization parameter of alpha>=1.0, and hi, rectangular height and wi of alpha are rectangular width.

[0036]And the picture element position in an object rectangle receives this line segment Lv, and the shadow position estimating part 4 has it in the gap side, or (is it in

the center-of-gravity gi side, or is in an opposite hand in the center of gravity gi?). Presumed degree Si (x, y) of the shadow based on the model for every pixel in an object rectangle is determined as shown in drawing 5 (Step S22). The method of the determination of presumed degree Si (x, y) of the shadow for every pixel of this is following formula Si(x, y) =1.0. {Pi (x, y) | (x, y) is gi side} to Lv.
Si(x, y) =beta {Pi (x, y) | (x, y) is gi and opposite hand} to Lv. -- (5)

[0037]It is alike and follows. However, it is the constant value with which Pi (x, y) fills the pixel of the coordinates (x, y) in the i-th rectangle, and beta fills $0.0 < \text{beta} < 1.0$. Presumed degree Si(x, y) =1.0 of a shadow shows that the pixel Pi (x, y) is not a shadow.

[0038]If presumed degree Si (x, y) of the shadow for every pixel is determined by the shadow position estimating part 4, the shadow judgment part 5, About the picture inside an object rectangle, the Laplacian picture Pri (x, y) is calculated, presumed degree Si (x, y) of the Pri (x, y) and shadow is used, and it is following formula Spi (x, y) =Pri (x, y) *Si(x, y)/(1 / 9*sigmaPri (x+j, y+k)). -- (6)

[0039]It is alike, and it follows and asks for the degree Spi (x, y) of the shadow for every pixel (Step S23). however, 3x3 pixels [Pri / (x+j y+k) / sigma / centering on the object picture element Pi (x, y)] every -- total (j and k are -1, and 0 and 1, respectively) of Pri (x+j, y+k) is expressed. When [this] total (j and k are -2, -1, and 0, 1 and 2, respectively) of each 5x5-pixel Pri (x+j, y+k) may be used, it is the above-mentioned (6) formula, and it replaces with one ninth and 1/25 is used.

[0040]Next, the shadow judgment part 5 asks for the number Nsh of the pixels in which Spi (x, y) is smaller than 1.0, i.e., the pixel number which makes a shadow area within an object rectangle, (shadow area pixel number) within the i-th object rectangle (Step S24). The method which asks for this shadow area (shadow area pixel number), For example, THORPE, HEBERT, KANADE, SHAFER:. It is indicated to "Vision and Navigation for theCarnegie-Mellon Navlav", IEEE PAMI, Vol 10, Number3, pp362-373, and May 1988. The shadow judgment part 5 is following formula Si =Nsh/nickel based on all the pixel number nickel in this Nsh and object rectangle, when it asks for the shadow area pixel number Nsh.... (7)
Degree (shadow occupied in object rectangle comparatively) Si of the shadow for every object rectangle come out of and defined is calculated (Step S25). The above is processing of the 4th phase.

[0041]The 5th following phase is processing which detects the field of an object body by the object body primary detecting element 6 out of the 2nd object body candidate area called for by the shape judgment part 3 (selection). Namely, degree Si of the shadow of the 2nd object body candidate area (circumscribed rectangle) which was called for by the shadow judgment part 5 in the object body primary detecting element 6, You make it reflected in the reliability Xi of the same field (circumscribed rectangle) called for by the shape judgment part 3, and the field where reliability serves as the maximum within 1 frame image is chosen as a field of the target object body. The details of the object body area selection processing by this object body primary detecting element 6 are explained below.

[0042]The object body primary detecting element 6 first about the circumscribed rectangle i of each field judged by the shape judgment part 3 according to the aforementioned (3) formula to be the 2nd object body candidate area. Based on degree Si of the reliability Xi searched for according to the aforementioned (2) formula by the judgment part 3, and the shadow searched for according to the aforementioned (7) formula by the shadow judgment part 5, It is the reliability Yi as an object object within a picture (frame) with the rectangle i Following formula Yi =Xi * (1.0-Si) .... (8) It is alike, and follows and asks. next, each rectangle i (i is zero to n-1) in the frame (frame image) which the object body primary detecting element 6 did in this way and for which it asked -- each time -- the inside of the reliability Yi as an object object -- following formula max Yi (>gamma) .... (i is zero to n-1) (9)

[0043]The field (circumscribed rectangle) i with the reliability to satisfy is detected as an object body field. However, n is the number of the 2nd object body candidate areas (circumscribed rectangle) in a frame, and a threshold to which gamma is set beforehand.

[0044]The above is the 5th-step processing of the last of the object detection processing by the composition of drawing 1. In the 5th-step processing, when the object body candidate area (circumscribed rectangle) which satisfies Yi >gamma in (9) types in a frame does not exist, it judges with the object body primary detecting element 6 not having existed, and the object body not having existed in the picture. The 1st of a more than thru/or the processing timing in each 5th phase are adjusted in the motion-control part 7.

[0045]

[Effect of the Invention]As explained in full detail above, in this invention, in the candidate area of the object body detected out of the picture, Performed verification processing of the shadow on the position of the field judged that seemingly is a field of an object body, and the outskirts of it, the result was made to reflect in the reliability of detecting object object-likeness, and it had composition which detects the field of an object body based on the reflected value.

Therefore, the influence of a shadow which is easy to carry out erroneous detection to being an object body is reduced, and an object body can be detected, without being influenced by an environmental variation.

[0046]In order to perform the judgment of a shadow only to the field judged that is seemingly a detecting object object according to this invention, Improvement in the speed can be attained, since the position which can do a shadow is moreover beforehand presumed based on the model of lighting conditions, the answer rate of a shadow judging can be raised and a more suitable thing can be chosen as a field of an object body.

[0047]Therefore, a certain object may pass through the inside of a view with the outdoors, for example, and in application of liking to detect the object body out of a picture, to an environmental variation, this invention is very strong and can use it for the use which performs a high speed and comparatively exact detection.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The block lineblock diagram showing one example of the object detection system of this invention.

[Drawing 2]The flow chart which shows the procedure of the area extraction part 2 in the example.

[Drawing 3]The flow chart which shows the procedure of the shape judgment part 3 in the example.

[Drawing 4]The flow chart which shows the procedure of the shadow position estimating part 4 in the example, and the shadow judgment part 5.

[Drawing 5]The processing key map for explaining shadow position presumption operation of the shadow position estimating part 4 in the example.

[Description of Notations]

1 [-- A shadow position estimating part, 5 / -- A shadow judgment part, 6 / -- An object body primary detecting element, 7 / -- Motion-control part.] -- A digital moving picture input part, 2 -- An area extraction part, 3 -- A shape judgment part, 4

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　　(12) **公開特許公報**（Ａ）　　(11)特許出願公開番号

特開平6－176150

(43)公開日　平成６年(1994)６月24日

(51)Int.Cl.^{5}	識別記号	庁内整理番号	ＦＩ	技術表示箇所
Ｇ０６Ｆ　15/70	４１０	8837－5L		
Ｈ０４Ｎ　7/18	Ｂ			

審査請求　未請求　請求項の数３（全　８　頁）

(21)出願番号　　特願平4－328204

(22)出願日　　平成４年(1992)12月８日

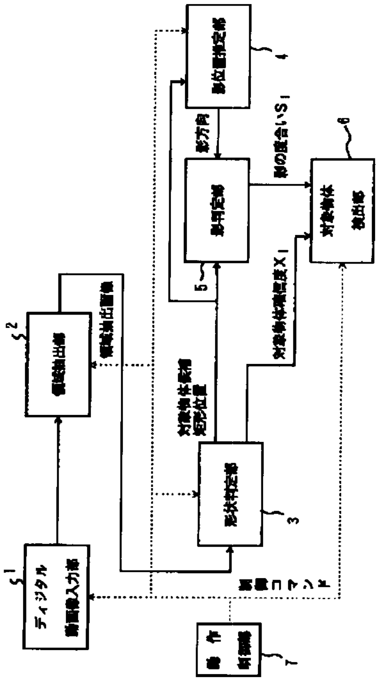
(71)出願人　000003078
株式会社東芝
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(72)発明者　榎本　暢芳
神奈川県川崎市幸区柳町70番地　株式会社東芝柳町工場内
(74)代理人　弁理士　鈴江　武彦

(54)【発明の名称】　物体検出方式

(57)【要約】

【目的】画像中から目的物体の領域を、照明条件等の環境変動に影響されずに、高速且つ比較的正確に検出できるようにする。

【構成】ディジタル動画像入力部１により入力されたディジタル動画像から、領域抽出部２により検出対象物体の候補領域を抽出し、各領域について、対象物体の領域である確信度Ｘｉ を、対象物体の形状特徴を基準に形状判定部３で求め、その値に応じて対象物体の領域であるらしいか否かを判定する。影判定部５は、対象物体の領域であるらしいと判定された各領域毎に、その内部が影であるか否かを調べて影の度合いＳｉ を求め、その際、影位置推定部４にて照明条件モデルに基づき推定される影の位置を反映させる。対象物体検出部６は、上記各領域毎の確信度Ｘｉ と影の度合いＳｉ をもとに、対象物体としての確信度Ｙｉ ＝Ｘｉ ＊（1.0 －Ｓｉ ）を求め、Ｙｉ が最大の領域を対象物体領域として検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項１】　画像中から検出対象物体領域を検出する物体検出方式において、

前記画像中から、検出対象物体の候補となる第１候補領域を抽出する領域抽出手段と、

この領域抽出手段によって抽出された前記各第１候補領域毎に、予め設定された前記検出対象物体の形状特徴を基準として、その領域が前記検出対象物体の領域である確信度を算出して、その領域が前記検出対象物体の形状特徴と適合する第２候補領域であるか否かを判定する形状判定手段と、

この形状判定手段によって前記第２候補領域であると判定された領域毎に、その内部が影であるか否かを検証して、影らしさの評価値を算出する影判定手段と、

この影判定手段によって前記領域毎に算出された前記各影らしさの評価値を、それぞれ前記形状判定手段によって算出された対応する領域の確信度に反映させ、その反映した値に従って前記検出対象物体の領域を検出する対象物体検出手段と、

を具備することを特徴とする物体検出方式。

【請求項２】　前記影判定手段は、前記第２候補領域であると判定された位置、およびその周辺で影の検証処理を行うことを特徴とする請求項１記載の物体検出方式。

【請求項３】　前記影判定手段による影の検証処理の際に、照明環境のモデルに基づいて、影のできる位置を推定する影位置推定手段を更に備え、前記影判定手段は、前記影位置推定手段による影位置推定結果を前記影らしさの評価値に反映させるようにしたことを特徴とする請求項２記載の物体検出方式。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】本発明は、画像中から、検出対象物体領域を比較的厳密に検出するのに好適な物体検出方式に関する。

【０００２】

【従来の技術】従来、物体、特に移動物体を検出する技術として、次の３つの方式が知られていた。

（１）対象物体の通過経路（存在領域）を限定することを前提として、赤外線、超音波等のセンサを用いて対象物体の検知を行う方式（第１の方式）。

（２）入力されたディジタル画像内の各領域に対して、対象物体に対するテンプレートマッチングを行う方式（第２の方式）。

【０００３】（３）画像（動画像）内からの移動物体の検出を行うために、全画面（動画像中の各フレーム）に対して影の除去処理を行う方式（第３の方式）。この影の除去処理は、例えば移動物体が、他の物体をも含んでいる、ある視野内に存在する可能性があり、その移動物体のみを厳密に特定したいという要求に対し、照明条件によって画像内に影が発生し、それによって物体の誤検出がなされるのを防ぐために行われるものである。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】前述の従来技術において、まず第１の方式は、比較的に確実に対象物体の検知が行えるものの、対象物体の通過経路を限定する必要があり、感度等を考慮すると、設置するセンサの規模が大掛かりになりやすいという欠点があった。

【０００５】次に第２の方式は、画像の全領域に対して、コストのかかるマッチング処理を行うことから、処理に長時間を要するという欠点があった。また、厳密に対象物体との一致を調べなければならないために、照明条件等の環境変動に弱いという欠点もあった。

【０００６】そして、第３の方式は、動画像中の各フレームに対して影の除去を行うことから、処理時間がかかる上、各画像での影判定アルゴリズムの結果が対象物体の検出性能にそのまま影響を及ぼしてしまう欠点があった。

【０００７】本発明は上記事情を考慮してなされたものでその目的は、画像中から検出対象とする物体領域を検出するのに、照明条件等の環境変動に影響されることなく、しかも高速且つ比較的正確に行える物体検出方式を提供することにある。

【０００８】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するために、画像中から、検出対象物体の候補となる第１候補領域を抽出する領域抽出手段と、抽出された各第１候補領域毎に、予め設定された検出対象物体の形状特徴を基準として、その領域が検出対象物体の領域である確信度を算出して、その領域が検出対象物体の形状特徴と適合する第２候補領域であるか否かを判定する形状判定手段と、第２候補領域であると判定された領域毎に、その内部が影であるか否かを検証して、影らしさの評価値を算出する影判定手段と、各領域毎の影らしさの評価値を、それぞれ形状判定手段によって算出された対応領域の確信度に反映させ、その反映した値に従って検出対象物体の領域を検出する対象物体検出手段とを備えたことを特徴とするものである。

【０００９】また本発明は、影判定手段による影の検証処理の際に、照明環境のモデルに基づいて、影のできる位置を推定する影位置推定手段を更に備え、この影位置の推定結果を影判定手段が算出する影らしさの評価値に反映させるようにしたことを特徴とする

【００１０】

【作用】上記の構成において、領域抽出手段は、時系列のディジタル動画像が入力されると、例えば連続する２フレーム間の差分の絶対値画像を求めて、ある閾値で２値化することにより、その入力画像中から、検出すべき対象物体の候補となる領域（第１候補領域）を抽出する。

【００１１】形状判定手段は、領域抽出手段により抽出

された領域毎に、予め設定された検出対象物体の形状特徴を基準として、検出対象物体（の領域である）らしさの確信度を算出して、検出対象物体の形状特徴と適合する領域（第２候補領域）であるか否かを判定する。

【００１２】影位置推定手段は、照明環境のモデルを持ち、形状判定手段により検出対象物体の候補領域（第２候補領域）であると判定された領域毎に、そのモデルに基づいて影のできる位置を推定する。

【００１３】影判定手段は、形状判定手段により検出対象物体の候補領域であると判定された領域毎に、その領域の位置、およびその周辺で、影であるか否かの検証処理を行って、影らしさの評価値（影の度合い）を算出する。この際、影らしさの評価値の重みが、影位置推定手段によって推定された影位置に応じて変化させられる。即ち、影位置推定手段による影位置推定結果が影らしさの評価値に反映される。

【００１４】対象物体検出手段は、影判定手段によって求められた各領域毎の影らしさの評価値を、それぞれ形状判定手段によって算出された対応領域の確信度に反映させ、その反映した値が最大となる領域を、検出対象物体の領域として検出する。

【００１５】このように、本発明においては、検出対象物体の候補領域であると判定された位置とその周辺で影の検証処理を行い、結果を検出対象物体らしさの確信度に寄与させることにより、影のような環境変動の影響を受けることなく対象物体を検出することが可能である。また、本発明においては、影の判定を、検出対象物体であるらしいと判定された領域（第２候補領域）のみに対して行うため、処理の高速化が可能である。

【００１６】更に、本発明においては、照明条件のモデルに基づいて、影のできる位置を予め推定する方式を適用しているため、影としての判定の正解率を向上させることが可能である。

【００１７】

【実施例】図１は本発明の物体検出方式の一実施例を示すブロック構成図である。

【００１８】図１において、１は時系列のディジタル動画像を入力するためのディジタル動画像入力部、２は入力されたディジタル動画像から検出の対象となる物体（移動物体）の候補となる領域（の画像）を抽出するための領域抽出部である。

【００１９】３は領域抽出部２により抽出された候補領域の形状が検出すべき対象物体の形状特徴に適合するか否かを検証するために、検出対象物体らしさの確信度（Ｘｉ）を計算する形状判定部である。

【００２０】４は形状判定部３により検出対象物体であるらしいと判定された候補領域画像を対象に、照明条件のモデルに基づいて、影のできる位置を推定する影位置推定部、５は影判定部である。影判定部５は、形状判定部３により検出対象物体であるらしいと判定された候補領域の画像に対して、影位置推定部４の影推定結果をもとに影であるか否かを検証する。

【００２１】６は影判定部５の影判定結果を形状判定部３により求められた対象物体らしさの確信度（Ｘｉ）に反映させ、これに従って検出対象物体領域を検出するための対象物体検出部、７は上記各部を制御する動作制御部である。次に、図１の構成による物体検出処理を説明する。まず、本実施例における物体検出処理は、５段階に大別される。

【００２２】第１の段階は、連続フレームのディジタル動画像をディジタル動画像入力部１により入力する処理である。この第１の段階において、ディジタル動画像入力部１は、内蔵のＡ／Ｄ（アナログ／ディジタル）コンバータ（図示せず）によりアナログ入力画像をディジタル化し、１フレーム毎に１画像として入力する。

【００２３】第２の段階は、検出対象となる移動物体（対象物体）の候補領域（第１対象物体候補領域）を領域抽出部２により抽出する処理である。領域抽出部２は、この対象物体候補領域（の画像）の抽出を、図２に示す処理手順に従って行う。

【００２４】即ち領域抽出部２は、まずディジタル動画像入力部１により入力される連続フレームのディジタル動画像を受けて、連続する２フレーム間の差分の絶対値画像を求める（ステップＳ１，Ｓ２）。次に領域抽出部２は、この差分の絶対値画像を、ある閾値で２値化することにより（ステップＳ３，Ｓ４）、対象物体の候補となる第１対象物体候補領域（の画像）を抽出する。第３の段階は、形状判定部３により行われる形状判定処理である。形状判定部３は、この形状判定処理を、図３に示す処理手順に従って行う。

【００２５】即ち形状判定部３は、まず領域抽出部２により抽出された第１対象物体候補領域の画像を入力し（ステップＳ１１）、その画像に対して８近傍での連結領域を求めて、その連結領域と外接する矩形についての形状を計測する（ステップＳ１２）。ここで計測される外接矩形の形状は、視野の横方向長（矩形幅ｗ）、視野の縦方向長（矩形高さｈ）、および対象物体候補領域の重心位置ｇである。

【００２６】次に形状判定部３は、入力した対象物体候補領域（の画像）のうち、ステップＳ１２で計測された外接矩形の面積が予め定められた値以下の領域を、対象物体候補領域から除外する（ステップＳ１３）。

【００２７】そして形状判定部３は、予め与えられている対象物体（対象移動物体）の形状特徴と、（ステップＳ１３で除外されずに残っている）対象物体候補領域（第１対象物体候補領域）についての計測された形状（を表す矩形幅ｗ、矩形高さｈおよび重心位置ｇ）とを比較することにより、その候補領域の画像が検出すべき対象物体の画像であるらしいか否かを検証する。

【００２８】この検証においては、対象物体の形状特徴

として、矩形幅の上限閾値WU と下限閾値WL 、矩形高さの上限閾値HU と下限閾値HL 、および重心位置の上限閾値ＧU と下限閾値ＧL が用いられる。これらの閾値は、対象物体の画面内での実測により予め決定されるも＊

＊のである。この形状特徴を用いた場合、第１対象物体候補領域（の外接矩形）が検出すべき対象物体（対象移動物体）の候補領域（第２対象物体候補領域）であるか否かの判定（検証）条件は、

$$WU \geqq w \geqq WL \quad \text{且つ} \quad HU \geqq h \geqq HL \quad \text{且つ} \quad GU \geqq h \geqq GL \quad \cdots (1)$$

となる。

【００２９】但し、形状判定部３で実際に適用される形状判定のアルゴリズムには、対象物体らしさの確信度という概念が導入されており、確信度の値を用いて形状判定が実現されている。

【００３０】即ち、形状判定部３においては、まず図３※

※のステップＳ１４に示すように、対象物体らしさの確信度を第１対象物体候補領域（の外接矩形）毎に求める。この、確信度は、各フレーム内のｉ番目の第１対象物体候補領域（の外接矩形）が存在しているとした場合、次式に示すＸｉ で定義される。

$$\begin{aligned} X_i = \min\{ & (w_i / WL + Wu / w_i), \\ & (h_i / HL + Hu / h_i), \\ & (g_i / GL + Gu / g_i)\} \quad \cdots\cdots (2) \end{aligned}$$

形状判定部３はステップＳ１４で確信度Ｘｉ を求めると、次式

$$\begin{aligned} &\text{if} && X_i < 2.0 : \text{非対象物体候補} \\ &\text{else if} && X_i \geqq 2.0 : \text{対象物体候補} \quad \cdots\cdots (3) \end{aligned}$$

に従う形状判定を行う。

【００３１】即ち形状判定部３は、確信度Ｘｉ の値が例えば2.0 未満であるか否かを調べて（ステップＳ１５）、Ｘｉ <2.0 である場合には、対応する第１対象物体候補領域の（画像の示す）物体は非対象物体（非対象移動物体）であると判定する（ステップＳ１６）。これに対してＸｉ ≧2.0 である場合には、形状判定部３は、対応する第１対象物体候補領域の（画像の示す）物体は対象物体（対象移動物体）であるらしいと判定する（ステップＳ１７）。なお、上記（３）式（ステップＳ１５）での判定に用いる閾値を「2.0 」とするのは、矩形幅を例にとると、上記（１）式中のWU ≧ｗｉ ≧WL（但し、ｗをｗｉ としている）が、WU ／ｗｉ ≧1.0 且つｗｉ ／WL ≧1.0 であること、即ち（ｗｉ ／WL ＋Ｗｕ ／ｗｉ ）≧2.0であることからも明らかである。以上が、第３の段階の処理である。

【００３２】次の第４の段階は、第１対象物体候補領域のうち対象物体（の領域）であるらしいと形状判定部３により判定された領域（以下、第２対象物体候補領域と称する）について、その内部が影であるか否かを、影判定部５により調べて、影の度合い（Ｓｉ ）を領域毎に求める処理である。このとき、影位置推定部４により、影が存在する可能性の高い部分を予め求めて、これを影の度合い（Ｓｉ ）に反映させる。この影位置推定部４および影判定部５の処理の詳細を、図４に示す処理手順に従って説明する。★

★【００３３】まず、影の要因となる照明の条件は、例えば屋外では、季節、時刻および天候に応じて変わり、屋内においては、照明の設置状況によって変わる。この照明条件に応じて、影のでき方は異なってくる。

【００３４】そこで本実施例では、このような照明条件（照明環境）のモデルを持ち、その照明条件に従って、平面上の物体の影のできる方向DS を、影位置推定部４により、８方向（４５度の整数倍の角度を持つ方向）の分類形式で推定しておく（ステップＳ２１）。ここで、例えば屋外の場合の照明条件を決定する季節と時刻は、内部の時計（時計機能）によって知ることができ、同じく天候は、入力画像のヒストグラム形状によって知ることができる（例えば、富樫、阿部、大波田：“自動閾値機能を持った画像監視装置の開発”、情処全大Ｄ－２，１９９１）。また、屋内においては、照明は概ね人工的なものであるから、光源の強度や照射方向は既知である場合が多く、この既知情報を利用することができる。

【００３５】さて影位置推定部４は、形状判定部３によって対象物体（の領域）であるらしいと判定されたｉ番目の対象物体候補領域（第２対象物体候補領域）の外接矩形（対象矩形と称する）の重心ｇｉ から、図５に示すように（ステップＳ２１で推定しておいた）影の方向（推定方向）Ｄｓ に長さＬのベクトルを仮定し、このベクトルの終点と直交する線分Ｌｖ を導入する。ここでＬは、

$$L = (h_i + w_i) / (2 * \alpha) \quad \cdots\cdots (4)$$

である。但し、αはα≧1.0 の正規化パラメータ、ｈｉ は矩形の高さ、ｗｉ は矩形の幅である。

【００３６】そして影位置推定部４は、対象矩形内の画素位置が、この線分Ｌｖ に対していずれの側にあるか（重心ｇｉ の側にあるか、あるいは重心ｇｉ とは反対側にあるか）によって、対象矩形内の画素毎の、モデルに基づく影の推定度Ｓｉ(x,y)を図５に示すように決定する（ステップＳ２２）。この画素毎の影の推定度Ｓｉ(x,y) の決定の仕方は、次式

$$S_i(x,y) = 1.0 \quad \{P_i(x,y) \mid (x,y) \text{ はLv に対しgi 側}\}$$

$$S_i(x,y)=\beta\quad\{P_i(x,y)\mid(x,y)\text{はLvに対し}g_i\text{と反対側}\}\quad\cdots（5）$$

【００３７】に従う。但し、$P_i(x,y)$はｉ番目の矩形内の座標(x,y) の画素、βは$0.0<\beta<1.0$ を満たす一定値である。なお、影の推定度$S_i(x,y)=1.0$ は、画素$P_i(x,y)$が影でないことを示す。

【００３８】影判定部５は、影位置推定部４によって画素毎の影の推定度$S_i(x,y)$が決定されると、対象矩形内部の画像について、ラプラシアン画像$Pr_i(x,y)$ を計算し、その$Pr_i(x,y)$ と影の推定度$S_i(x,y)$を用いて、次式

$$Sp_i(x,y)=Pr_i(x,y)*S_i(x,y)/(1/9*\Sigma Pr_i(x+j,y+k))\quad\cdots（6）$$

【００３９】に従い、画素毎の影の度合い$Sp_i(x,y)$ を求める（ステップＳ２３）。但し、$\Sigma Pr_i(x+j,y+k)$ は、対象画素$P_i(x,y)$ を中心とする３×３画素の各$Pr_i(x+j,y+k)$ の総和（ｊ，ｋはそれぞれ、−１，０，１）を表す。なお、５×５画素の各$Pr_i(x+j,y+k)$ の総和（ｊ，ｋはそれぞれ、−２，−１，０，１，２）を用いても構わない、この場合、上記（６）式で、１／９に代えて１／２５を用いる。

【００４０】次に影判定部５は、ｉ番目の対象矩形内で$Sp_i(x,y)$ が1.0 より小さい画素の数、即ち対象矩形内で影領域をなす画素数（影領域画素数）N_{sh}を求める（ステップＳ２４）。この影領域（影領域画素数）を求める方式は、例えば、THORPE, HEBERT, KANADE, SHAFER: "Vision and Navigation for the Carnegie-Mellon Navlav", IEEE PAMI, Vol 10, Number3, pp362-373, May 1988 に記載されている。影判定部５は、影領域画素数N_{sh}を求めると、このN_{sh}と対象矩形内の全画素数N_i をもとに、次式

$$S_i=N_{sh}/N_i\quad\cdots\cdots（7）$$

で定義される、対象矩形毎の影の度合い（対象矩形内に占める影の割合）S_i を求める（ステップＳ２５）。以上が、第４の段階の処理である。

【００４１】次の第５の段階は、形状判定部３によって求められた第２対象物体候補領域の中から、対象物体の領域を対象物体検出部６により検出（選択）する処理である。即ち対象物体検出部６は、影判定部５によって求められた第２対象物体候補領域（の外接矩形）の影の度合いS_i を、形状判定部３によって求められた同じ領域（の外接矩形）の確信度X_i に反映させ、１フレーム画像内で確信度が最大となる領域を目的の対象物体の領域として選択する。この対象物体検出部６による対象物体領域選択処理の詳細を以下に説明する。

【００４２】まず対象物体検出部６は、形状判定部３により前記（３）式に従って第２対象物体候補領域と判定された各領域の外接矩形ｉについて、同判定部３により前記（２）式に従って求められた確信度X_i 、および影判定部５により前記（７）式に従って求められた影の度合いS_i をもとに、その矩形ｉのある画像（フレーム）内での目標物体としての確信度Y_i を、次式

$$Y_i=X_i*(1.0-S_i)\quad\cdots\cdots（8）$$

に従って求める。次に対象物体検出部６は、このようにして求めたフレーム（フレーム画像）内の各矩形ｉ（ｉは０〜ｎ−１）毎の目標物体としての確信度Y_i の中で、次式

$$\max\ Y_i\ (>\gamma)\qquad(i\text{は}0\sim n-1)\quad\cdots\cdots（9）$$

【００４３】を満足する確信度を持つ領域（の外接矩形）ｉを対象物体領域として検出する。但し、ｎはフレーム内の第２対象物体候補領域（の外接矩形）の数、γは予め設定される閾値である。

【００４４】以上が、図１の構成による物体検出処理の最後の第５段階の処理である。なお第５段階の処理において、フレーム内に（９）式中の$Y_i>\gamma$を満足する対象物体候補領域（の外接矩形）が存在していなかった場合には、対象物体検出部６は、画像中には対象物体は存在しなかったと判定する。以上の第１乃至第５の各段階での処理タイミングは、動作制御部７にて調整される。

【００４５】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、画像中から検出された対象物体の候補領域の中で、対象物体の領域らしいと判定された領域の位置とその周辺で影の検証処理を行い、その結果を検出対象物体らしさの確信度に反映させて、その反映された値をもとに対象物体の領域を検出する構成としたので、対象物体であると誤検出しやすい影の影響を軽減して、環境変動の影響を受けることなく対象物体を検出することができる。

【００４６】また、本発明によれば、影の判定を、検出対象物体であるらしいと判定された領域のみに対して行うため、高速化が図れ、しかも照明条件のモデルに基づいて、影のできる位置を予め推定するため、影判定の正解率を向上させ、対象物体の領域として、より適切なものを選択することができる。

【００４７】したがって本発明は、例えばある物体が、屋外のある視野内を通過する可能性があり、画像中からその対象物体を検出したいというような応用において、環境変動に対して極めて強く、高速かつ比較的正確な検出を行う用途に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の物体検出方式の一実施例を示すブロック構成図。

【図２】同実施例における領域抽出部２の処理手順を示すフローチャート。

【図３】同実施例における形状判定部３の処理手順を示すフローチャート。

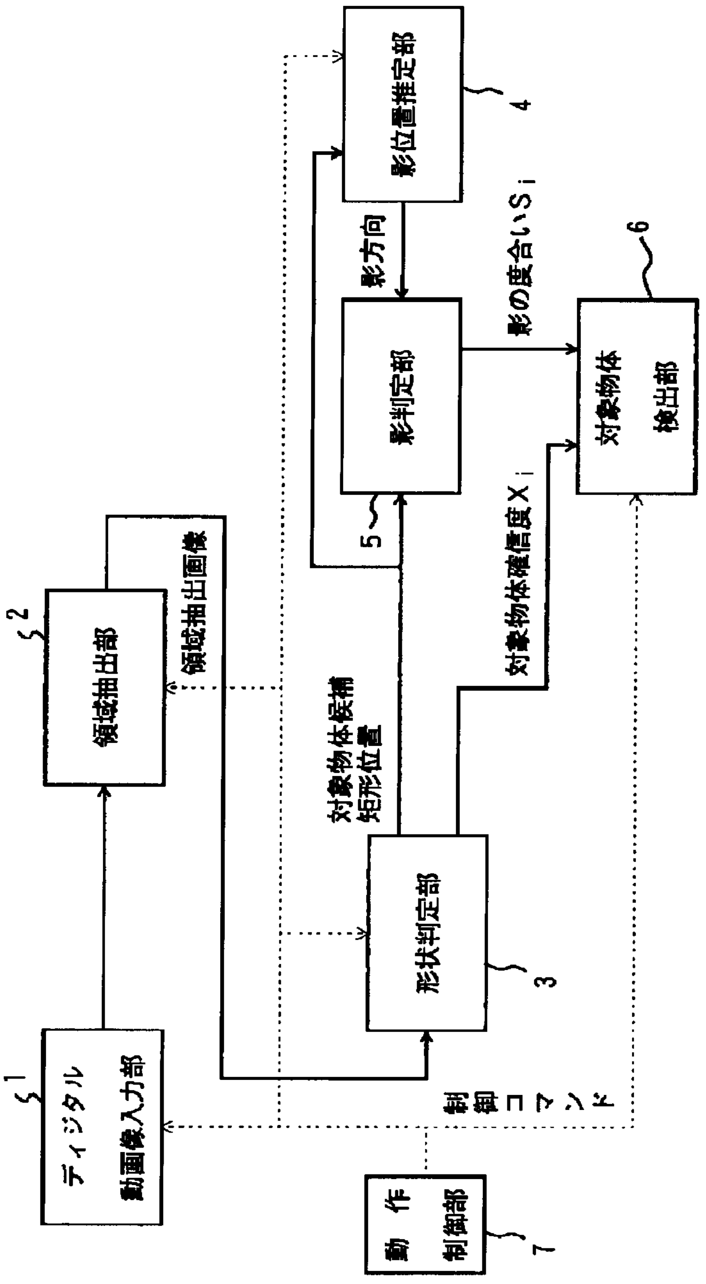
【図４】同実施例における影位置推定部４および影判定部５の処理手順を示すフローチャート。

【図５】同実施例における影位置推定部４の影位置推定動作を説明するための処理概念図。

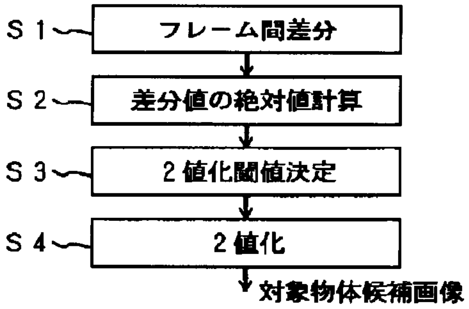
【符号の説明】

１…ディジタル動画像入力部、２…領域抽出部、３…形状判定部、４…影位置推定部、５…影判定部、６…対象物体検出部、７…動作制御部。

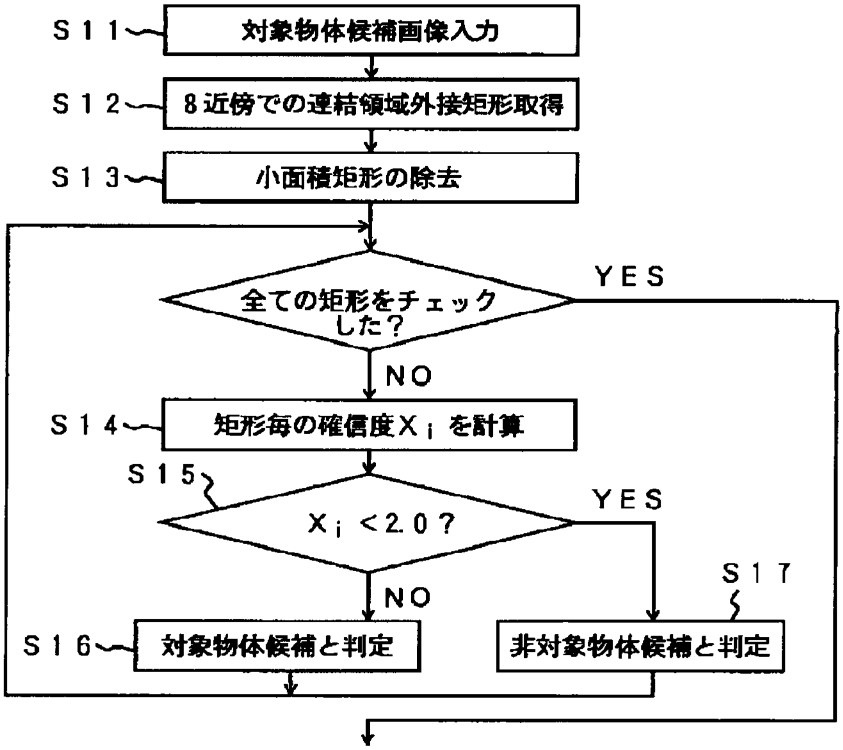
【図１】



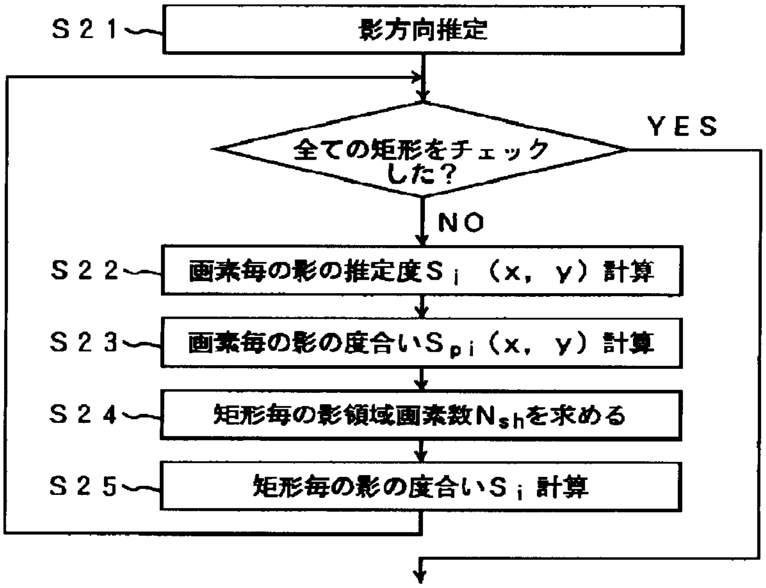
【図2】


S1
フレーム間差分
S2
差分値の絶対値計算
S3
2値化閾値決定
S4
2値化
対象物体候補画像

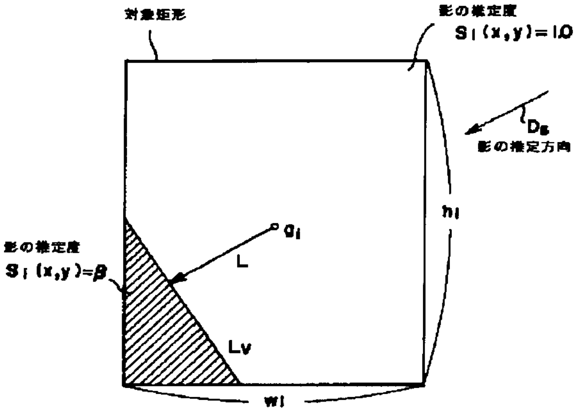
【図3】


S11
対象物体候補画像入力
S12
8近傍での連結領域外接矩形取得
S13
小面積矩形の除去
全ての矩形をチェックした？
YES
NO
S14
矩形毎の確信度Xi を計算
S15
Xi <2.0？
YES
NO
S16
対象物体候補と判定
S17
非対象物体候補と判定

【図4】


S21
影方向推定
全ての矩形をチェックした？
YES
NO
S22
画素毎の影の推定度S i （x，y）計算
S23
画素毎の影の度合いS p i （x，y）計算
S24
矩形毎の影領域画素数N s h を求める
S25
矩形毎の影の度合いS i 計算

【図5】


対象矩形
影の推定度
Si (x,y)=1.0
Ds
影の推定方向
hi
gi
L
影の推定度
Si (x,y)=β
Lv
wi